

β -Cyclodextrin 투입량에 따른 막걸리의 품질특성평가

김경섭¹, 손은심², 정철^{1*}

¹서울벤처대학원대학교, ²(주)비엔에프솔루션

Evaluation of the Quality Characteristics of *Makgeolli* according to the amount of β -Cyclodextrin Input

Kyung-Seop Kim¹, Eun-Shim Son², Chul Cheong^{1*}

¹Dept. of Convergence Industry, Seoul Venture University, ²BNF Solution Co., Ltd.

요약 본 연구의 목적은 누룩과 입국의 발효제를 달리하고 β -Cyclodextrin을 농도별로 처리한 후 발효시킨 막걸리의 쓴맛의 변화를 비교하고자 하였다. 모두 18~20% 알코올 농도로, 발효제와 β -Cyclodextrin의 처리와는 큰 관련이 없었으나 농도가 증가할수록 알코올이 감소하였다. pH 변화는 누룩과 입국 모두 4~4.3으로 차이가 없었다. 당도는 입국보다 누룩이 높았고, β -Cyclodextrin의 첨가량이 증가할수록 당도가 증가하였다. 총산도는 누룩보다 입국이 다소 높았다. 유기산 함량 측정 결과 누룩의 경우 β -Cyclodextrin의 각 농도별로 비교시 각 농도에서 Lactic acid가 가장 함량이 높았고, 5,000ppm의 첨가 농도를 제외하고 그 다음으로 Acetic acid 순이었다. β -Cyclodextrin 투입에 따른 막걸리의 향기성분 변화 결과 누룩의 경우 아세트알데히드의 함량은 20,000ppm 투입시 가장 높게 나타났으며 디아세틸의 경우 국의 종류에 관계없이 β -Cyclodextrin의 투입량이 많을수록 그 농도가 높아졌다. 에스테르류의 경우는 누룩과 입국 시험구 모두에서 β -Cyclodextrin을 5,000ppm 투입한 술덧에서 유의하게 높았다. 고급 알코올류의 경우는 누룩 입국 모두 β -Cyclodextrin을 20,000ppm 투입한 술덧에서 유의하게 농도가 가장 높았으며 β -Cyclodextrin의 투입량이 많을수록 고급 알코올의 농도가 증가하였다. 누룩과 입국의 β -Cyclodextrin 투입에 따른 쓴맛의 변화도를 알아보기 위해 관능평가 결과 누룩과 입국 모두에서 5000ppm에서 쓴맛의 감소가 확인되었으며, 10,000ppm에서도 감소가 뚜렷하였다.

Abstract In this study, we have attempted to compare the change in the bitter taste of fermented makgeolli after treatment with different concentrations of β -Cyclodextrin and a fermentation agent. All measured alcohol levels were 18 to 20%, which were not significantly related to the quantum of fermenting agent and β -Cyclodextrin. However, alcohol content decreased with the increasing concentration of the additives. There was no difference in pH which remained between 4 and 4.3. The sugar content was found to be more in the koji than in the Nuruk, and as the amount of β -Cyclodextrin increased, the sugar content increased. The total acid content was slightly higher in the Koji than in Nuruk. Among the organic acids, lactic acid content was highest at each concentration of β -Cyclodextrin. While observing the change in the fragrance component, it was seen that the content of acetaldehyde in makgeolli was highest when 20,000 ppm β -Cyclodextrin was added. Makgeolli containing 20,000 ppm β -Cyclodextrin also showed a significantly high concentration of high-grade alcohol, and the concentration of high-grade alcohol increased as the amount of β -Cyclodextrin increased. To identify the degree of change of the bitter taste according to the quantum of β -Cyclodextrin, a sensory evaluation was carried out. This showed that the bitter taste decreased at 5000 ppm and the decrease was noticeable even at 10,000 ppm.

Keywords : Makgeolli, Nuruk, Koji, β -Cyclodextrin, Bitter Taste

본 논문은 농림식품기술기획평가원 연구사업(과제명: 막걸리의 쓴맛 원인규명 및 저감화 기술 개발, 과제번호: 119I12-01)의 지원에 의한 것으로 이에 감사드립니다.

*Corresponding Author : Chul Cheong(Seoul Venture Univ.)

email: chulcheong@hotmail.com

Received April 9, 2021

Revised May 3, 2021

Accepted August 5, 2021

Published August 31, 2021

1. 서론

막걸리는 막 거른 술이라는 의미에서 비롯된 말로 맑지 않고 탁하여 탁주라고 부르기도 한다. 또한 농부들의 삶에서 빼놓을 수 없는 식량 대용 또는 갈증 해소로 이용되어 농주라고 부르기도 한다. 이러한 막걸리는 다양한 전분질과 곡을 주원료로 하여 발효시킨 술로 감미, 산미, 고미, 산미, 샹미의 5미가 고루 조화되는 특유의 청량미가 있으며 우리나라에서 가장 오랜 역사를 가지고 있는 술로 알려져왔다[1]. 최근에는 젊은 층에서의 막걸리 창업이 활발하며, 국민소득 향상과 더불어 식생활과 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 노화, 만성질환, 성인병 등을 예방할 수 있는 기능성 물질 첨가 웰빙 막걸리 제품이 소개되어지고 있으며, 이러한 원료의 다양화와 더불어 전통주점 등의 창업 등 막걸리 산업의 규모가 커지고 있다[2].

막걸리는 생효모가 함유되어 있는 유일한 주류로 발효 과정을 거쳐 당분, 아미노산, 유기산 등이 풍부한 영양적으로 우수한 장점이 있는 반면에 제조 과정에서 발효에 불필요한 미생물이 다량 함유되거나 온도관리를 잘못하면 효소력과 효모수가 일정치 않아 균일화된 주질의 제품 생산에 어려움이 있을 뿐만 아니라 미생물 발효에 의해 쓴맛이 나는 화합물을 생성하며 소비자의 막걸리 소비조사 결과[3] 부정적인 영향을 끼친 걸림돌이 되기도 한다. Kato et al.,[4]은 주류의 아미노산 중 Aspartic acid와 glutamic acid는 감칠맛이, alanine, glycine, lysine, prolin, serine, threonine은 단맛이 arginine, histidine, isoleucine, leucine, methionine, phenylalanine, threonine, valine은 쓴맛이 있다고 하였으며, In et al.,[5]은 쌀이나 누룩에 함유되어 있는 단백질의 30~40%가 누룩의 acidic protease 또는 acidic carboxylase 등에 의해 아미노산이나 펩타이드로 분해되면서 주류의 아미노산이 생성된다고 하였다. 이러한 아미노산은 발효과정 중 효모의 대사에 의하여 아미노산 산화효소 및 아미노산 탈수효소에 의하여 oxo acid으로 변하여 맛의 변화를 주기도 한다[6]. Kim 등[7]은 맛의 변화가 막걸리에 대한 소비자의 관심 저조로 연결될 수 있기 때문에 소비자가 원하는 제품을 개발해야한다고 하였으며 Kim 등[8]은 막걸리의 구매행동에 맛이 중요한 요인으로 맛의 개량에 의해 소비자들의 폭넓은 호응을 얻는다고 하였다.

Cyclodextrin는 전분에 생성효소(cyclodextrin glycosyltransferase, CGTase)가 작용하여 만들어진

것으로 6~8개의 포도당이 α -1,4 glucosidase 결합으로 연결된 환상의 도넛 모양을 한 비환원성 말토올리고당이다[9]. 이 도넛 구조 내측에는 수소가 배열되어 있어 소수성을 나타내고, 외측은 수산기가 배열되어 친수성을 갖는 독특한 성질을 가지므로 그 도넛 구조 내측에 각종 유기화합물을 취하여 우수한 포접성을 형성하는 특성을 갖고 있다. 따라서 Cyclodextrin은 각종 분자들과 포접 화합물을 형성하기 때문에 탈취 및 냄새은폐, 이미(異味) 제거, 점도, 팽윤력, 향미 및 휘발성 물질의 안정화, 광분해성 물질 보호, 선택 개선 및 보호, 난용성 물질의 유화 작용 등을 비롯하여 기포안정성 등 다양한 기능을 가지고 있다[10] 복잡한 함유물을 위한 착화제이며, 전분에서 얻은 달콤하고 독성이 없는 고리형 올리고당이다[11]. 활성탄 및 β -Cyclodextrin은 쓴 펩타이드를 흡착하는데 효과적이었으며[12], 특히 β -Cyclodextrin은 쓴맛을 줄이고 제거하는데 유용한 것으로 보고되었다. 따라서 Helbig et al.[12]은 β -Cyclodextrin은 쓴맛을 가리기 위해 가장 널리 사용되며, 약물과 음식의 쓴맛을 쉽게 가린다고 하였으며, Konno et al.[13]은 β -Cyclodextrin의 약 0.5%를 첨가하면 Naringin 및 Limonin의 쓴맛이 절반으로 줄어들었다고 하였다.

따라서 본 연구에서는 β -Cyclodextrin의 농도별로 발효제를 달리하여 발효한 막걸리의 품질 특성 변화를 살펴보고 막걸리의 제품 개발에 기초자료로 제공하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험재료

원료 쌀은 탁주 제조에 사용되는 가장 중요한 원료이며, 현미의 호분층과 배아 모두 제거한 것으로 2020년 생산된(10분도-8% 도정) 추정을 판매장에서 구매하여 사용하였으며, 누룩은 시판되고 있는 전통 누룩 중에서 2019년 주류산업정보 실태조사 결과를 참조하여 주류 제조장에서 가장 많이 사용하고 있는 송학곡자(소울곡)를 사용하였다. 입국은 협력업체에서 추천한 좋은곡식의 쌀입국을 구매하였다. 효모는 활성건조 효모(*Saccharomyces cerevisiae*)를 사용하였다.

2.2.1 주류의 제조

병행 복발효를 하는 발효주에 있어서 당화와 발효는 효소와 효모의 작용으로 이루어진다. 밑술은 호기적 조

건이 우세한 상황으로, 효소에 의해 전분이 분해되며 생성되는 당분은 주로 효모의 증식에 사용된다. 덧술은 완성된 밑술에 추가로 전분을 공급하는데, 혐기적 조건이 우세하여 생성된 당은 밑술에서 증식된 효모에 의해 알코올로 변하게 된다. 병행발효에서는 담금 방식이 주류의 특성에 미치는 영향이 크므로, 누룩을 발효제로 사용하는 1단 담금은 산도가 높을 가능성이 있어서 2단 담금 방식으로 제조하였다.

누룩과 입국을 사용한 제조의 경우는 Table 1과 같다. 누룩을 발효제로 사용하는 경우 밑술은 멥쌀 180g, 물 540ml, 누룩 57.6g을 넣어 제조하였다. 가수는 곡물의 120%, 발효제는 곡물 사용량의 8%로 하였다. 22℃의 온도조절이 가능한 발효실에서 7일간 발효를 한 후 덧술을 하였다. 덧술은 멥쌀 540g, 물 320ml를 술덧에 섞어 제조 후 고두밥을 지어 냉각 후 밑술과 잘 섞어 22℃의 온도조절이 가능한 발효실에서 14일간 발효를 하였다. 밑술에서 충분히 효모의 성장이 이루어졌으므로 덧술에는 효모를 투입하지 않았다. 입국의 경우에는 밑술은 입국 110g, 물 170ml, 효모 0.55g의 비율로 제조하였다. 가수는 곡물의 140%, 발효제는 곡물 사용량의 15%로 하였다. 22℃의 온도조절이 가능한 발효실에서 7일간 발효를 한 후 덧술을 하였다. 덧술은 멥쌀 720g, 물 840ml를 밑술에 섞어 제조 후 고두밥을 지어 냉각 후 밑술과 잘 섞어 22℃의 온도조절이 가능한 발효실에서 14일간 발효를 하였다. 밑술에서 첨가한 효모의 충분한 성장이 이루어졌으므로 덧술에는 효모를 투입하지 않았다.

2.2.2 β-Cyclodextrin

사이클로덱스트린은 α-1,4 glycoside 결합에 의한 포도당 서브 유닛의 거대 환형으로 구성된 올리고당으로 효소 전환의 결과로 전분에서 생산되며 쓴맛의 은폐제로 사용된다. 본 실험에서는 술덧이 완성되면 압착한 시료에 β-Cyclodextrin을 처리한 후 β-Cyclodextrin의 예비실험을 진행하였다. 누룩과 입국 각 1개의 시료에 β-Cyclodextrin을 각각 100ppm, 1,000ppm,

5,000ppm, 10,000ppm의 4가지 샘플을 제조하여 관능평가를 한 결과 10,000ppm에서 쓴맛이 감소하는 경향이 있어서 본 실험에서는 5,000ppm, 10,000ppm, 15,000ppm, 20,000ppm의 4가지 대조군을 만들어 본 실험을 하였다. β-Cyclodextrin은 처리 후 22℃에서 2시간 후에 분석하였고, 48시간 후에 관능평가를 하였다.

2.3 실험방법

2.3.1 당도

알코올 실험 플라스크에 남은 검사 시료를 100ml 눈금실린더에 넣은 후 15ml의 물로 2회 씻은 용액을 눈금실린더에 합친다. 눈금실린더 100ml까지 정확하게 물을 넣고 잘 흔들어 섞은 후 취하여 굴절 당도계를 사용하여 측정한다.

2.3.2 총산도

검사 시료 10ml를 정확히 취하여 비이커에 넣고 1% 페놀프탈레인 지시약 2~3방울을 가한다. 0.1% 수산화나트륨 용액으로 옅은 홍색을 나타낼 때까지 적정한 후 다음 식에 따른다.

$$\text{Acetic acid (W/V\%)} = \frac{0.1\text{N Sodium hydroxide(ml)} \times 0.006 \times f \times 100}{\text{검사시료량(ml)}}$$

2.3.3 알코올

검사 재료를 15℃에서 눈금실린더의 100ml 눈금까지 취한 후 300~500ml 플라스크에 옮긴다. 이 눈금실린더에 약 15ml의 물로 2회 씻은 용액을 플라스크에 합친다. 플라스크를 냉각기에 연결한 다음 눈금실린더에 합친 후 증류한다. 증류액이 70ml가 되면 증류를 중지하고 물을 가하여 눈금실린더의 100ml 눈금까지 채운다. 잘 흔들어 실린더에 옮긴 후 15℃에서 주정계를 사용하여 측정한다.

2.3.4 pH

안정된 것을 확인한 pH 교정기의 검출부를 시료에 담고 안정된 지시값을 확인한 다음 그 값을 읽는다.

Table 1. Comparison between mitsul and deotsul according to the treatment of masking agents

Division	Mitsul				Deotsul		Total		Rate(%)	
	Rice (kg)	Water (L)	Fermenting agent (g)	Yeast (g)	Rice (kg)	Water (L)	Rice (kg)	Water (L)	Water/Rice (%)	Fermenting agent/Rice (%)
Nuruk ^a	1.25	3.75	400	-	3.75	2.25	5	6	120	8
Koji ^a	-	1.07	750	3.75	4.25	5.94	5	7	140	15

^a: Samples to be treated with β-Cyclodextrin

2.3.5 유기산 분석

발효 중에 생성되는 발효부산물인 10개의 유기산을 분석하기 위해 시료를 채취하여 0.2 μ m membran filter로 여과한 후 HPLC(Waters 2489, UV/Visible Detector)로 분석하였다. 컬럼은 TSKgel ODS-100 (4.6mm $\times$ 250mm $\times$ 5 μ m, JAPAN)를 사용하였다. Column oven의 온도는 35 $^{\circ}$ C로 설정하였고, 이동상은 150mM NaH₂PO₄ Phosphate buffer pH 2.0을 1.0 ml/min으로 흘려주었다. 분석조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Organic acid analysis conditions

Waters 2489	
Column	TSK-GEL ODS 100V(4.6mm.i.d. X 250mm, 5 μ m, 12nm)
Temperature	35 $^{\circ}$ C
Flow rate	1 ml/min
UV	210, 220 nm
Eluent	150mM NaH ₂ PO ₄ phosphoric acid
Injection volume	2 μ l

2.3.6 향기성분 분석

발효 중 생성되는 Acetaldehyde류와 Ethyl acetate 등의 에스테르류, 그리고 fusel oil 등 주류의 향기성분을 구성하는 발효부산물은 시료 100ml에 증류수 30ml를 넣고 heating mantle에서 가열한다. 눈금실린더에 증류액 95ml를 취하여 증류수를 넣어 눈금까지 채운 후 가스크로마토그래피를 이용하여 분석하였다. Agilent 7890B GC System(Agilent 7697A headspace Sampler, Flame Ionization Detector(FID))로, 컬럼은 HP-INNOWAX (30m $\times$ 0.25mm, 0.5 μ m)를 사용하였다. 온도는 Injection-20

0 $^{\circ}$ C, Detection-250 $^{\circ}$ C로 설정하였고, Carrier gas는 N₂ gas를 1ml/min으로, H₂ gas와 Air는 각각 30ml/min과 300ml/min으로 흘려주었다.

2.3.7 관능평가

본 실험의 목적은 발효제를 달리해서 발효한 막걸리에 β -Cyclodextrin의 농도별 첨가에 따른 쓴맛 차이를 비교하고자 하였다. 쓴맛 강도에 대해 관능검사를 실시하였다. 이는 쓴맛(bitterness)의 유무, 강도, 쓴맛 저감 정도를 파악하려고 하였다. 평가항목은 매우 그렇다(5점), 그렇다(4점) 보통이다(3점), 그렇지 않다(2점), 매우 그렇지 않다(1점)로 평가하는 5점 척도법을 이용하여, 양조 전문패널 10명을 대상으로 하였다.

2.4 통계처리

모든 실험은 3회 반복하여 측정하였고, 실험결과는 SPSS 25.0 program (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 기술통계를 이용하여 평균을 구하여 나타내었다. 분산분석(ANOVA)을 수행하여 유의적인 차이가 있는 경우, Duncan's multiple range test(DMRT)로 사후검정하였다($p < .05$).

3. 결과 및 고찰

3.1 이화학적 분석

Table 3과 같이 발효제에 따른 은폐제를 처리한 발효주의 알코올은 모두 18~20% 정도로, pH 변화는 누룩과

Table 3. Chemical content according to the amount of β -Cyclodextrin input

Division	β -Cyclodextrin input(ppm)	Alcohol(%)	Brix	pH	Total acids(W/V%)
Nuruk	0	aB18.0	cC12.8	nsNS4.4	aB0.476
	5,000	bB17.4	bB15.2	4.5	aA0.480
	10,000	cBC16.8	aA16.8	4.5	bA0.456
	15,000	cC16.8	aA17.0	4.5	aA0.486
	20,000	cBC16.7	aA17.5	4.4	bA0.450
Koji	0	nsA20.1	bB5.2	ns4.3	bA0.628
	5,000	A20.2	bB5.4	4.3	bA0.632
	10,000	B20.0	bD5.4	4.2	cA0.564
	15,000	A19.8	aD5.6	4.3	aA0.654
	20,000	A19.9	aD5.8	4.2	aA0.642

a, c, ns Duncan's multiple range test in sample(depending on the type of Nuruk and Koji respectively).

A~D, NS Duncan's multiple range test in fermentation (all regardless of Nuruk and Koji).

ns, NS : Not significant,

Table 4. Organic acid analysis according to the amount of β -Cyclodextrin input

Division	β -Cyclodextrin input(ppm)	Oxalic acid	Formic acid	Malic acid	Lactic acid	Acetic acid	Cirtic acid	Succinic acid
Nuruk	0	132.18	-	-	^{bA} 3972.84	^{aA} 3519.58	^{bb} 1089.18	119.12
	5,000	-	-	-	^{cB} 3313.62	^{bC} 1157.62	^{\aA} 2201.28	-
	10,000	-	-	-	^{cB} 3342.40	^{bC} 1126.54	^{cE} 315.44	-
	15,000	-	-	-	^{aA} 4762.32	^{aB} 2796.28	^{cD} 508.26	-
	20,000	-	-	-	^{cB} 3560.78	^{cD} 864.94	^{cE} 392.48	34799.54
Koji	0	331.94	-	-	^{cB} 677.92	^{bb} 2373.40	^{cD} 605.96	-
	5,000	42.14	-	-	^{bC} 2282.32	^{aA} 3348.70	^{aB} 1498.42	-
	10,000	-	-	-	^{dD} 228.64	^{dD} 522.46	^{aB} 1469.94	-
	15,000	6.56	-	-	^{aB} 3419.80	^{cC} 1828.28	^{bC} 894.84	-
	20,000	16.06	-	-	^{aB} 3103.10	^{cC} 1716.40	^{bB} 1167.14	-

^{a, c, ns} Duncan's multiple range test in sample (depending on the type of Nuruk and Koji respectively).

^{A, D, NS} Duncan's multiple range test in fermentation (all regardless of Nuruk and Koji).

^{ns, NS} : Not significant.

입국 모두 β -Cyclodextrin의 첨가량에 상관없이 4.2~4.5로 유의적 차이가 없었다. 당도는 입국보다 누룩이 많은 것으로 나타났고, β -Cyclodextrin의 첨가량이 증가할수록 당도가 증가한 것으로 나타났다. 총산도는 누룩보다 입국이 다소 높게 나타났다($p < .05$). Song 등 [9]의 연구에서도 본 연구에서와 같이 β -Cyclodextrin의 첨가량이 증가할수록 알코올 생성은 조금씩 감소한 것으로 나타났다.

3.2 유기산 분석

유기산 함량 측정 결과는 Table 4에 나타내었다. 누

룩의 경우 β -Cyclodextrin의 각 농도별로 비교시 각 농도에서 Lactic acid가 가장 많은 함량을 나타내었고, 5,000ppm의 첨가 농도를 제외하고 그 다음으로 Acetic acid 순이었다. 유기산의 경우 β -Cyclodextrin농도 증가량에 따라 유의적인 차이가 나는 것으로 보였으나 증가량과는 무관한 것으로 나타났다.

3.3 향기 성분 분석

쓴맛 은폐제인 β -Cyclodextrin 투입에 따른 막걸리의 향기성분 변화를 파악하기 위한 아로마 분석 결과는 Table 5, 6과 같다. 누룩과 β -Cyclodextrin 농도를 달

Table 5. Fragrance content of Nuruk according to the amount of β -Cyclodextrin input

Item(ppm)	the amount of β -Cyclodextrin input				
	0	5,000	10,000	15,000	20,000
Acetaldehyde	^b 34.28	^c 31.37	^b 35.25	^c 32.57	^a 38.33
Acetone	^c 1.08	^b 1.55	^a 2.91	^b 1.89	^a 2.64
Furfural	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Benzaldehyde	^c 0.00	^b 1.36	^b 1.24	^b 1.26	^a 2.01
Diacetyl	^c 1.35	^c 2.54	^b 4.34	^a 5.01	^a 4.98
Esters					
Methyl acetate	^a 0.55	^a 0.56	^b 0.43	^b 0.42	^c 0.36
Ethyl acetate	^b 85.93	^a 111.20	^b 86.27	^a 100.18	^{ab} 99.83
Isoamyl acetate	^c 3.04	^a 3.49	^c 3.02	^b 3.19	^a 3.87
Ethyl caproate	^a 0.80	^b 0.48	^b 0.48	^b 0.42	^b 0.46
Ethyl caprylate	^c 0.35	^b 0.84	^a 0.94	^a 1.01	^a 0.99
Σ Esters	^b 90.67	^a 116.57	^b 91.14	^{ab} 105.22	^{ab} 105.51
Higher alcohols					
Methyl alcohol	^a 21.57	^b 19.76	^b 19.28	^c 18.98	^a 20.09
2-butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
n-propanol	^a 140.48	^a 145.93	^b 134.40	^a 142.39	^a 140.66
Isobutanol	^b 286.33	^b 278.55	^a 307.37	^a 300.01	^a 299.96
n-butanol	^a 6.71	^b 5.25	^{ab} 5.95	^b 5.32	^a 6.62
Isoamyl alcohol	^b 989.04	^c 954.25	^b 1043.65	^a 1101.69	^a 1236.47
n-amyl alcohol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ Higher alcohols	^c 1,444.13	^c 1,403.74	^b 1,510.65	^b 1,568.39	^a 1,703.80

^{a, c, ns} Duncan's multiple range test in row sample.

^{ns} Not significant.

Table 6. Fragrance content of Koji according to the amount of β -Cyclodextrin input

Item(ppm)	the amount of β -Cyclodextrin input				
	0	5,000	10,000	15,000	20,000
Acetaldehyde	^c 27.25	^a 53.65	^a 54.12	^b 44.12	^a 53.39
Acetone	^c 1.27	^a 2.01	^b 1.68	^a 1.95	^a 2.01
Furfural	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Benzaldehyde	^b 0.00	^a 1.29	^a 1.24	^a 1.26	^a 1.24
Diacetyl	^c 3.66	^b 8.99	^{ab} 10.63	^a 11.33	^a 12.10
Esters					
Methyl acetate	^c 0.48	^b 0.60	^{ab} 0.76	^{ab} 0.76	^a 0.83
Ethyl acetate	^a 131.21	^a 128.71	^b 119.86	^b 116.33	^b 115.99
Isoamyl acetate	^c 3.31	^a 17.00	^b 12.69	^b 13.64	^a 15.71
Ethyl caproate	^b 0.54	^a 0.67	^c 0.31	^{bc} 0.47	^b 0.50
Ethyl caprylate	^b 0.38	^a 0.84	^a 0.78	^a 0.79	^a 0.81
Σ Esters	^b 135.92	^a 147.82	^b 134.4	^b 131.99	^b 133.84
Higher alcohols					
Methyl alcohol	^a 18.12	^b 0.00	^b 0.00	^b 0.00	^b 0.00
2-butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
n-propanol	^c 130.43	^a 311.13	^a 314.01	^a 299.63	^b 274.51
Isobutanol	^c 243.06	^b 348.50	^b 377.43	^a 401.23	^a 426.91
n-butanol	^a 4.70	^c 2.78	^b 3.73	^c 2.99	^b 3.86
Isoamyl alcohol	^c 878.28	^b 956.65	^b 1080.12	^a 1111.01	^a 1201.99
n-amyl alcohol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ Higher alcohols	^c 1,274.59	^b 1,619.06	^b 1,775.29	^a 1814.86	^a 1907.27

^a ^c, ^{ns} Duncan's multiple range test in row sample.^{ns} Not significant.

리하여 제조한 막걸리의 경우 아세트알데히드의 함량은 20,000ppm 투입시 가장 높게 나타났으며, 입국과 β -Cyclodextrin 농도를 달리하여 제조한 막걸리와 비교 시 아세트알데히드 함량이 누룩보다 높게 나타났다. 디아세틸의 경우 국의 종류에 관계없이 β -Cyclodextrin의 투입량이 많을수록 그 농도가 높아지는 것을 알 수 있었다. 에스터류의 경우는 누룩과 입국 시험구 모두에서 β -Cyclodextrin을 5,000ppm 투입한 막걸리에서 유의적으로 높은 수치를 나타내었다. 고급 알코올류의 경우는 누룩 입국 모두 β -Cyclodextrin을 20,000ppm 투입한 막걸리에서 유의적으로 가장 높은 농도를 보였으며 β -Cyclodextrin의 투입량이 많을수록 고급 알코올의 농도가 증가하는 추세를 보였다.

3.4 관능검사

Table 7은 누룩과 입국의 β -Cyclodextrin 투입에 따른 쓴맛의 변화도를 알아보기 위해 관능평가를 실시하였다. 누룩과 입국 모두 5000ppm에서 쓴맛의 감소가 확인한 것으로 나타났으며, 10,000ppm에서도 감소가 두드러지게 나타났다. β -Cyclodextrin 투입량이 증가할수록 쓴맛이 감소하는 경향을 보였다. 이는 Song 등[9]과 Kim 등[10]의 연구 결과에서처럼 β -Cyclodextrin의 첨가량이 증가할수록 막걸리의 주질을 부드럽게하여 막걸리 특유의 불쾌취를 포함물로서 은폐시키기 때문인 것으로 보여진다. Shin과 Lee[14]의 연구에서도 사이클로덱스트린의 농도별 발효홍삼농축액의 쓴맛 비교시 사이클로덱스트린의 농도가 증가할수록 쓴맛이 감소한다고

Table 7. Bitter intensity of *Makgeoli* according to β -Cyclodextrin input

Division	the amount of β -Cyclodextrin input				
	0	5,000	10,000	15,000	20,000
Nuruk	^a 4.61	^b 3.23	^{bc} 2.88	^{bc} 2.81	^c 2.49
Koji	^a 4.33	^b 3.39	^c 2.63	^c 2.57	^c 2.48

^a ^c, ^{ns} Duncan's multiple range test in row sample.^{ns} Not significant

하였는데 본 연구에서도 농도가 증가시 감소하는 효과를 나타내었다. 또한 Lee 등[15]은 인삼추출액을 냉동 건조시킨 분말 100 g에 사이클로덱스트린 분말의 5, 10, 15, 20% 이용하여 ginsenoside와 쓴맛을 평가한 결과 사이클로덱스트린의 함량이 증가할수록 ginsenoside와 쓴맛 감소 효과가 높았다고 보고하였다.

4. 결론

본 연구에서는 누룩과 입국의 발효제를 달리하고 β -Cyclodextrin의 농도별로 처리한 후 발효시킨 막걸리의 쓴맛의 변화를 비교하고자 하였다. 측정된 알코올은 모두 18~20% 정도로, 발효제와 β -Cyclodextrin의 처리와는 큰 관련이 없는 것으로 나타났으나 농도가 증가할수록 알코올이 감소하는 것으로 보여졌다. pH 변화는 누룩과 입국 모두 4~4.3으로 차이가 없었다. 당도는 입국보다 누룩이 많은 것으로 나타났고, β -Cyclodextrin의 첨가량이 증가할수록 당도가 증가한 것으로 나타났다. 총산도는 누룩보다 입국이 다소 높게 나타났다. 유기산 함량 측정 결과 누룩의 경우 β -Cyclodextrin의 각 농도별로 비교시 각 농도에서 Lactic acid가 가장 많은 함량을 나타내었고, 5,000ppm의 첨가 농도를 제외하고 그 다음으로 Acetic acid 순이었다. β -Cyclodextrin 투입에 따른 막걸리의 향기성분 변화 결과 누룩의 경우 아세트알데히드의 함량은 20,000ppm 투입시 가장 높게 나타났으며 디아세틸의 경우 국의 종류에 관계없이 β -Cyclodextrin의 투입량이 많을수록 그 농도가 높아지는 것을 알 수 있었다. 에스테르류의 경우는 누룩과 입국 시험구 모두에서 β -Cyclodextrin을 5,000ppm 투입한 막걸리에서 유의적으로 높은 수치를 나타내었다. 고급 알코올류의 경우는 누룩 입국 모두 β -Cyclodextrin을 20,000ppm 투입한 막걸리에서 유의적으로 가장 높은 농도를 보였으며 β -Cyclodextrin의 투입량이 많을수록 고급 알코올의 농도가 증가하는 추세를 보였다. 누룩과 입국의 β -Cyclodextrin 투입에 따른 쓴맛의 변화도를 알아보기 위해 관능평가 결과 누룩과 입국 모두에서 5000ppm에서 쓴맛의 감소가 확인한 것으로 나타났으며, 10,000ppm에서도 감소가 두드러지게 나타났다. β -Cyclodextrin 투입의 경우 5,000ppm과 10,000ppm에서 쓴맛 감소율이 가장 높은 것으로 보인다. 발효과정을 거친 막걸리의 품질 특성은 극미량의 성분들이 상호 복합적으로 영향을 주고, 함량 및 종류에 따라 발효과정

을 거치면서 다양한 변화를 가져올수 있기에 복합적인 관계에 대한 규명이 필요하다. 향후 발효과정 중의 성분 변화에 대한 모니터링을 통해 품질에 영향을 미치는 성분의 생성과 변화에 대한 체계적인 연구가 필요하리라 여겨진다.

References

- [1] H. N. Lee, J. M. Lee, Y. H. Chang, "Quality Characteristics of Makgeolli using Angelica gigas Nakai Water Extracts", *J East Asian Soc Dietary Life*, Vol. 23, No. 3, pp.332-340, 2013.
- [2] J. M. Lee, Y. H. Jang, H. N. Lee, "Quality Characteristics of Makgeolli using Angelica gigas Nakai Water Extracts", *J East Asian Soc Dietary Life*, Vol. 23, No. 3, pp.332-340, 2013.
- [3] K. H. Lee, S. K. Lee, H. Y. Par, E. Y. Sim, S. K. Oh, "Quality characteristics of barley Makgeolli prepared with different barley cultivars and milling recovery", *Korean J. Food Preserv.*, Vol.23, No.4, pp.530-537, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2016.23.4.530>
- [4] Kato H, Rhue MR, Nishimura T., "Role of free amino acids and peptides in food tasted", American Chemical Society, Washington, D.C, USA, pp. 158-174, 1989.
- [5] H. Y. In, T. S. Lee, D. S. Lee, B. S. Noh, "Volatile components and fusel oils of soju and mashes brewed by Korean traditional method", *Korean J. Food Sci. Technol.* Vol. 27, pp.235-240, 1995.
- [6] Erasmus DJ, "Production of acetic acid by *Saccharomyces cerevisiae* during icewine fermentations" Ph. D. thesis, university of British Columbia, Vancouver, Canada, 2005.
- [7] J. W. Kim, J. E. Kang, H. S. Choi, C. W. Kim, S. T. Jeong, "Analysis of the Physicochemical Characteristics and Sensory Properties in Makgeolli", *J East Asian Soc Diet Life*, Vol. 27, No. 5, pp.491-499, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.17495/easdl.2017.10.27.5.491>
- [8] C. H. Kim, D. J. Lee, J. H. Jun, "A Study on the Consumer Recognition and Purchasing Behaviour by Rice Wine's Features- Focused on Brand Recognition -", *Journal of the Table & Food Coordinate*, Vol. 8, No. 1, pp.15-31, 2013.
- [9] J. C. Song, H. J. Park, W. C. Shin, "Changes of Takju qualities by addition of cyclodextrin during the brewing and aging", *Korean J Food Sci Technol.*, Vol 29. No. 5, pp.895-900,1997.
- [10] H. Y. Kim, S. M. Kim, "Effects of β -cyclodextrin inclusion on the flavor of Doenjang", *Journal of the Korean Society of Food Culture*, Vol. 16, No. 4, pp.316-322, 2001.

- [11] Sohi, H., Sultana, Y., Khar, R. K. "Taste masking technologies in oral pharmaceuticals: recent developments and approaches", *Drug development and industrial pharmacy*, Vol. 30, No. 5, pp.429-448, 2004.
- [12] Song, P., Cheng, L., Tian, K., Zhang, M., Singh, S., Niu, D., et al. "A novel aminopeptidase with potential debittering properties in casein and soybean protein hydrolysates", *Food Science and Biotechnology*, Vol. 29, No. 11, pp.1491-1499, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s10068-020-00813-8>
- [13] Movahed, M. G., Jackson, G., Farzaei, M. H., Bishayee, A. "A Systematic Review of the Preventive and Therapeutic Effects of Naringin Against Human Malignancies", *Front. Pharmacol.*, Vol. 29, pp.1-25, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.639840>
- [14] M. G. Shin, G. H. Lee, "Optimization of Encapsulation Conditions for Fermented Red Ginseng Extracts by Using Cyclodextrin", *J Korean Soc Food Sci Nutr*, Vol. 44, No. 11, pp.1708-1714, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2015.44.11.1708>
- [15] S. H. Lee, J. H. Park, N. S. Cho, H. J. Yu, S. K. You, C. W. Cho, D. C. Kim, Y. H. Kim, "Sensory evaluation and bioavailability of red ginseng extract (Rg1, Rb1) by complexation with γ -cyclodextrin", *Korean J Food Sci Technol*, Vol. 41, No.1, pp.106-110, 2009.

김 경 섭(Kyung-Seop Kim)

[정회원]



- 2012년 2월 : 전국 가양주발굴대회 진행위원(한국가양주협회,농림수산식품부)
- 2017년 3월 ~ 2019년 2월 : 서울벤처대학원 대학교 경영학 석사(발효식품,양조학)

- 2019년 3월 ~ 현재 : 서울벤처대학원 대학교 융합산업학과 박사과정
- 2019년 3월 ~ 현재 : 서울벤처대학원 대학교 산학협력단 연구원
- 2020년 3월 ~ 현재 : 글로벌사이버대학교 특임교수
- 2021년 2월~ 현재 : 한국전통주학교 전임강사

<관심분야>

전통주개발

손 은 심(Eun-Shim Son)

[정회원]



- 1996년 2월 : 이화여자대학교 식품영양학과 졸업(이학사)
- 1999년 2월 : 이화여자대학교 식품영양학과 (이학석사)
- 2011년 2월 : 수원대학교 식품영양학과 (이학박사)

- 2006년 1월 ~ 2019년 12월 : 안산대학교 식품영양학과 겸임교수
- 2019년 8월 ~ 2020년 5월 : 네이처센스농업법인 연구소장
- 2020년 6월 ~ 현재 : ㈜비엔에프솔루션 식품사업부 본부장

<관심분야>

식품개발, 발효식품학, 관능검사

정 철(Chul Cheong)

[정회원]



- 1996년 2월 : 독일 뮌헨공대 식품
- 2002년 2월 : 독일 베를린공대 생물공학과 (이학박사)
- 2006년 2월 ~ 현재 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 교수
- 2010년 3월 ~ 현재 : 한국식품연구원 주류품질인증 심사위원
- 2015년 2월 ~ 현재 : 한국식품과학회 양조분과위원회 위원장

<관심분야>

양조학, 발효식품학